Prise en compte de la biodiversité intraspécifique pour la gestion des populations autochtones de truite (*Salmo trutta* L.) dans le bassin des Dranses (Haute-Savoie)

par

Arnaud CAUDRON (1) & Alexis CHAMPIGNEULLE (2)

RÉSUMÉ. - Une approche concertée entre scientifiques et gestionnaires des populations de truites communes (*Salmo trutta* L.) a été menée dans le bassin des Dranses en Haute-Savoie suite à des études génétiques ayant montré le maintien de populations issues du rameau évolutif méditerranéen (MED) autochtone. Sur cette zone, des déversements d'alevins de souche domestique appartenant au rameau évolutif atlantique (ATL) ont été pratiqués durant des décennies. L'étude a donc visé à évaluer et à faire évoluer les pratiques de gestion vers une meilleure prise en compte de la composante MED autochtone des populations de ce système. L'utilisation des techniques de fluoromarquage des otolithes a permis de suivre, aux stades juvéniles (0^+ et 1^+), la contribution de deux modes de repeuplement, à savoir les repeuplements traditionnels ATL pratiqués à de fortes densités (1,5 ind./m^2) et les repeuplements de réhabilitation pratiqués à des faibles densités (0,3 ind./m^2) avec des alevins MED nourris. Les résultats indiquent qu'à densité identique, les déversements ATL réalisés avec des alevins nourris ont des contributions (43% au stade 0^+ et 20% au stade 1^+) plus élevées que celles qui sont obtenues avec des alevins vésiculés (7% au stade 0^+ et 0% au stade 1^+). Avec une densité cinq fois moindre, les repeuplements de réhabilitation MED montrent une contribution qui est non négligeable au stade juvénile et qui varie peu entre le stade 0^+ (21%) et le stade 1^+ (30%). Quelle que soit la pratique de repeuplement, la grande majorité (70 à 100%) des juvéniles 1^+ est fournie par le recrutement naturel. Suite aux résultats de plusieurs analyses génétiques et aux suivis de repeuplements, la pratique de repeuplements intensifs en alevins ATL nourris a été abandonnée sur l'ensemble du système des Dranses. Sur une partie du système (Dranse d'Abondance amont) une zone sanctuaire sans repeuplement a été créée et sur le reste un repeuplement temporaire de réhabilitation pratiqué avec des densités faibles en alevins nourris MED a été mis en place. La contribution de ce mode de repeuplement a été évaluée durant quatre années au travers des captures par pêche à la ligne dans 5 zones et pour 3 cohortes. Les classes d'âge 2^+ et 3^+ représentent la majorité (77-90%) des captures des pêcheurs. Pour les 3 cohortes suivies, la contribution des marqués au total des captures ne change pas du stade 2^+ au stade 3^+. Pour les trois classes d'âge (2^+, 3^+ et 4^+) les taux de marqués ne varient pas significativement d'une cohorte à l'autre. Pour les trois classes d'âge 2^+, 3^+ et 4^+ réunies et sur l'ensemble des saisons de pêche suivies, les taux de truites marquées dans les captures à la ligne varient de 10 à 30% selon les zones. L'ensemble des résultats obtenus ainsi que le rapprochement entre scientifiques et gestionnaires ont permis de faire évoluer les pratiques de gestion permettant de mieux prendre en compte les connaissances acquises sur la diversité intraspécifique de la truite.

ABSTRACT. - Towards a better taking into account of the intraspecific biodiversity for the management of native Mediterranean brown trout (*Salmo trutta* L.) populations on the Dranses basin in Haute-Savoie (France).

An interdisciplinary study of the management of brown trout (*Salmo trutta* L.) populations was undertaken in the Dranses river system in Haute-Savoie (France) after a genetical study indicating the survival of populations belonging to the Mediterranean autochtonous lineage (MED). In this system, stocking was practiced during a century with fry issued from domesticated trout belonging to the Atlantic lineage (ATL). The study aimed to evaluate and to try to change management practices towards a better taking into account of the autochtonous MED component in this system. The usual stocking practices with high densities (1.5/m^2) of ATL juveniles have been estimated in a large scale experiment using otolith fluoromarking. Practiced with similar densities (around 1.5/m^2) the contribution of stocking estimated at juvenile stages was significantly higher when fed fry were used than when unfed sac fry were used. The respective global contribution values were 43% (fed fry) and 7% (sac fry) at 0^+ stage and 20% (fed fry) and 0% (sac fry) at 1^+ stage. With densities fivefold lower, rehabilitation stockings with MED showed a rather good contribution with low fluctuations between 0^+ (21%) and 1^+ (30%) stages. Whatever the stocking practice, the vast majority (70 to 100%) of 1^+ juveniles was supplied by natural recruitment. Consequently to the results of genetical analysis and to the evaluations of stocking practices, the stocking at high densities with ATL domesticated fed fry was discarded in the whole system. A part of the system (the upstream zone of the Dranse d'Abondance River) was placed as a sanctuary zone without any stocking. Elsewhere a temporary rehabilitation stocking was practiced with low densities of MED fed fry, the contribution of which was studied during four years in the catches by anglers in 5 zones and for 3 cohorts. The age classes 2^+ and 3^+ represented the vast majority (77 to 90%) of the catches by anglers. For the three cohorts surveyed, the contribution of marked trout to the total of catches was similar at age 2^+ and 3^+. For the three age classes 2^+, 3^+ and 4^+, percentages of marked trout in the catches by anglers did not vary significantly from one cohort to another. For the three age classes gathered and for the different angling seasons the percentage of marked trout in catches by anglers varied between 10 and 30 % according to the different zones. The results concluded to adapt the management practices allowing a better taking into account of the intraspecific diversity of the brown trout.

Key words. - Salmonidae - *Salmo trutta* - Genetics - Conservation - Management - Intraspecific diversity - Marking - Otoliths.

---

(1) Fédération de Haute-Savoie pour la pêche et la protection du milieu aquatique, Le Villaret, 2092 route des Diacquenods, 74370 Saint-Martin-Bellevue, FRANCE. [a.caudron@wanadoo.fr]

(2) INRA CARRTEL, BP 511, 74203 Thonon-les-Bains, FRANCE.

Les populations naturelles de truites communes (*Salmo trutta* L.) sont l'objet d'importants enjeux halieutiques. L'espèce est largement soumise à l'exploitation en particulier par la pêche récréative à la ligne. Elle joue donc un rôle socio-économique non négligeable. L'importante plasticité écologique de la truite commune liée à un polymorphisme élevé se traduit au sein de son aire de répartition originelle par une multiplicité des tactiques d'histoires de vie en terme d'utilisation de l'habitat, de croissance, d'alimentation, de maturation sexuelle et de comportement migratoire (Klemetsen *et al.*, 2003 ; Cucherousset *et al.*, 2005). L'extrême diversité génétique et phénotypique intraspécifique présente chez cette espèce a été décrite au niveau européen par Laikre *et al.* (1999). Ces auteurs ont souligné l'importance de la prise en compte de cette diversité pour la gestion des populations naturelles.

Bernatchez (2001) indique l'existence au niveau européen de 5 lignées évolutives majeures (Atlantique, Méditerranéenne, Adriatique, Marmoratus, Danubienne) qui doivent être considérées pour leur gestion comme des Unités Évolutives Significatives (UES). Le maintien de la diversité biologique intraspécifique chez la truite commune nécessite à la fois de conserver comme des entités à part les différentes UES et d'accroître les efforts de conservation à l'échelle des populations (Laikre *et al.*, 1999). Ces préconisations impliquent la nécessité d'un rapprochement entre scientifiques ou biologistes (génétique, biologie de la conservation) et gestionnaires des pêcheries, afin d'intégrer les différents niveaux de diversité biologique dans la gestion des populations naturelles de truites exploitées par la pêche à la ligne.

Sur le territoire français, la répartition biogéographique des populations naturelles de truites (Krieg et Guyomard, 1985 ; Guyomard, 1989) montre la présence de la lignée évolutive Atlantique (ATL) sur le versant atlantique et de la lignée Méditerranéenne (MED) sur le versant méditerranéen, chacune représentant donc une UES. Sur l'ensemble de la zone méditerranéenne, ces deux rameaux évolutifs différenciés ont été mis en contact depuis près de 100 ans suite aux pratiques traditionnelles de repeuplement consistant à introduire massivement sur cette zone des alevins de truite ATL issus de stocks domestiqués (Krieg, 1984 ; Chevassus *et al.*, 1992). Cette pratique a conduit sur plusieurs rivières à l'introgression des populations MED présentes à l'origine par des gènes d'origine ATL (Barbat-Leterrier *et al.*, 1989 ; Beaudou *et al.*, 1994 ; Poteau et Berrebi, 1997). En outre, très localement, comme au niveau de la région lémanique, l'existence ancienne de connexions temporaires entre les deux versants (Persat et Keith, 1997), a pu rendre possible par colonisation naturelle, un recouvrement géographique des deux rameaux évolutifs (Largiader *et al.*, 1996). Cependant, en l'état des connaissances actuelles (Launey *et al.*, 2003 ; Bouille, 2003 ; Barnetta 2005), il reste encore difficile de préciser le statut autochtone, subspontané ou introduit des diverses populations ATL présentes sur le réseau lémanique. En revanche, sur l'ensemble de la zone nord alpine française les populations d'origine MED peuvent être considérées comme autochtones.

Sur le système des Dranses, le repérage de plusieurs populations MED natives faiblement introgressées a conduit à entreprendre une démarche associant gestionnaires et scientifiques visant à : 1) évaluer des pratiques traditionnelles de repeuplement ATL utilisées en aveugle depuis des décennies, 2) mettre en place des pratiques de gestion alternatives plus respectueuses de la composante autochtone MED comme le repeuplement de réhabilitation utilisant des alevins issus d'un stock captif de géniteurs MED, 3) suivre à grande échelle la contribution de ce mode de repeuplement grâce à l'utilisation de la technique de fluoromarquage de masse des otolithes. Le présent article rapporte les résultats des suivis temporels de repeuplements traditionnels ATL et de repeuplements MED de réhabilitation avec, pour ce dernier, un suivi de sa contribution au stade adulte dans les captures par pêche à la ligne sur l'ensemble du système des Dranses.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Présentation du site d'études

L'étude a été réalisée sur le réseau hydrographique de la Dranse, le principal tributaire du Léman après le Rhône valaisan. Ce vaste système est composé de trois rivières principales, la Dranse d'Abondance (35 km), la Dranse de Morzine (25 km) et le Brevon (20 km) qui se réunissent pour former la Basse Dranse (14 km). Les cours d'eau concernés sont tous des torrents typiques de la zone nord-alpine française. Les nombreux résultats génétiques disponibles (Guyomard, 1989 ; Largiader *et al.*, 1996 ; Launey *et al.*, 2003 ; Caudron *et al.*, 2006a) ont montré la présence majoritaire, sur cette zone, du rameau évolutif méditerranéen (MED) mais plus ou moins largement hybridé par les génotypes ATL (Fig. 1).

Historique des repeuplements et évolution des pratiques de gestion

Historiquement et jusqu'en 1996, le système des Dranses a été repeuplé massivement pendant près d'un siècle avec des truites domestiques ATL. Au cours des années 1980 et 1990, les quantités utilisées pour repeupler ce système variaient de 800 000 à 1 000 000 d'alevins et truitelles par an (soit en moyenne environ 1,5 individus/m^2).

À partir de 1996, suite aux premiers résultats des suivis par fluoromarquage des alevins introduits et des études génétiques (Largiader *et al.*, 1996 ; Launey *et al.*, 2003), les gestionnaires appuyés par les scientifiques ont fait évoluer leurs pratiques de gestion vers un objectif majeur, à savoir la

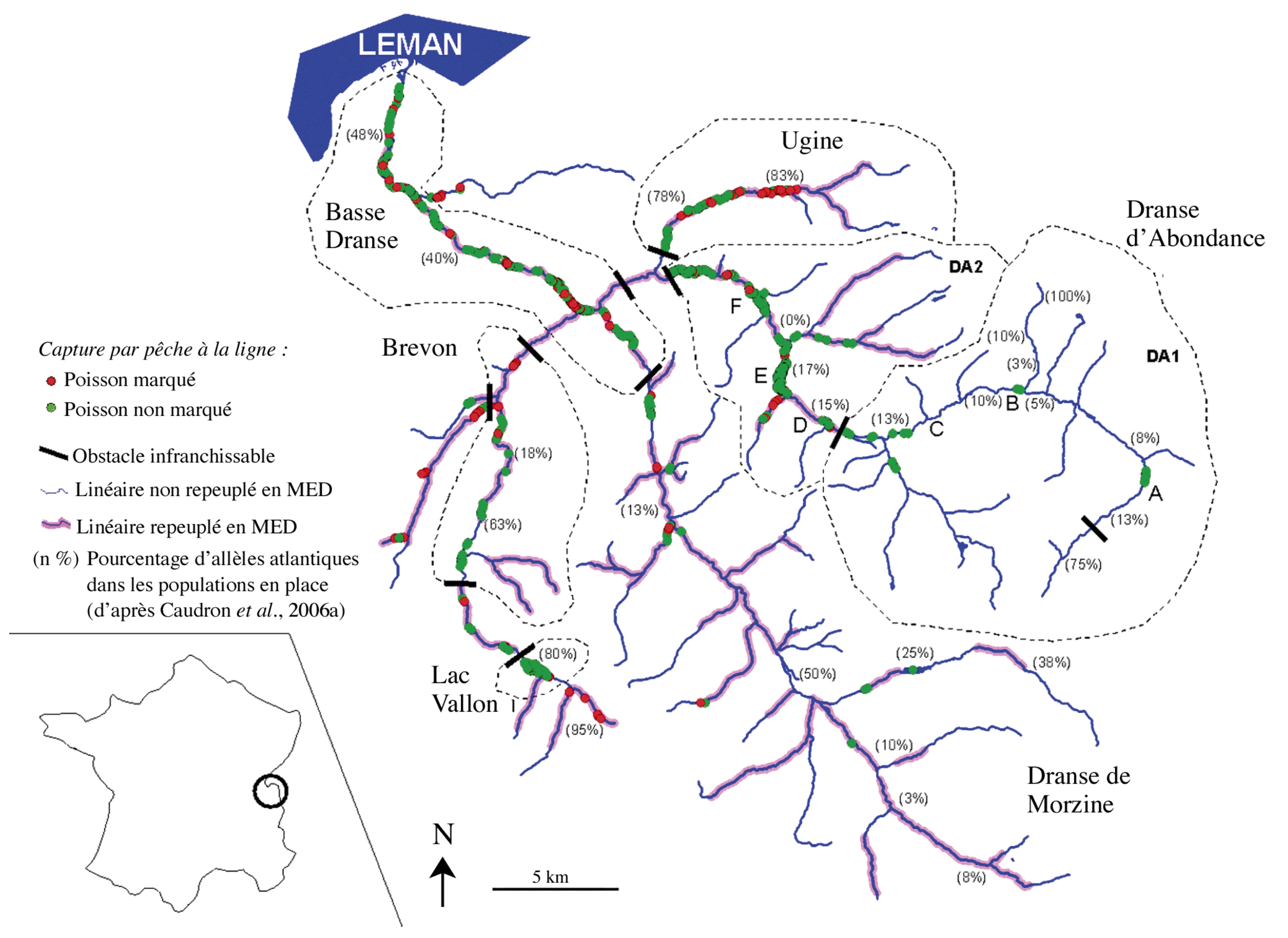


Figure 1. - Présentation du réseau hydrographique du système des Dranses et localisation des zones (aires en pointillées) et secteurs d'études (A, B, C, D, E, F) utilisés pour le suivi de la contribution des truites de repeuplement aux stades juvéniles et adultes. (n %) : pourcentages d'allèles atlantiques dans les populations d'adultes en place. Localisation des principaux obstacles à la circulation et des linéaires concernés par les repeuplements MED. *[River catchment of the Dranse River system and location of zones (dotted lines) and studied sections (A, B, C, D, E, F) surveyed to evaluate the contributions of stocked alevins at juvenile and adult stages. (n%): percentages of Atlantic alleles in the standing adult populations. Location of the main obstacles to the migration and of the river sections concerned by stocking with MED alevins.]*

préservation et la réhabilitation du rameau méditerranéen autochtone encore présent sur certaines parties du système. Cette évolution a consisté en :

1) la création sur la Dranse d'Abondance d'une zone sanctuaire sans repeuplement sur l'ensemble de la zone DA1 (Fig. 1) ;

2) une augmentation locale, au sein de la zone DA1, de l'aire de répartition de cette population autochtone en pratiquant un transfert de géniteurs sauvages sur la zone amont de la Dranse d'Abondance, au-dessus d'un obstacle infranchissable ;

3) l'arrêt, sur l'ensemble du bassin des Dranses, des déversements d'alevins ATL ;

4) la production d'alevins de souche MED par un stock de géniteurs constitué à partir d'adultes issus de DA1 et porteurs d'allèles méditerranéens (2 à 3 marqueurs diagnostics, Largiader et Launey, données non publiées). Cette production était destinée à réhabiliter et/ou renforcer des populations MED sur l'ensemble du bassin des Dranses.

Ainsi à partir de 1999 pour les trois rivières principales et de 2000 pour la Basse Dranse, la totalité des poissons introduits dans la zone d'étude sont issus de ce stock de géniteurs MED. Les individus MED ont été introduits au stade d'alevins légèrement nourris (2-3 cm) sur les trois branches principales du système (Dranse d'Abondance, Dranse de Morzine et Brevon) et à trois stades différents sur la Basse Dranse, à savoir alevins un peu plus âgés (4-5 cm), estivaux (6-8 cm) et truitelles de 1 an. Les quantités totales de poissons introduites annuellement sont comprises entre 150 000 et 200 000 (soit 0,3 individus/m^2). Ces quantités et densités d'alevinage sont donc environ 5 fois moins importantes que celles qui ont été utilisées auparavant lors des repeuplements traditionnels.

Suivi des repeuplements

Repeuplement traditionnel ATL

Les pratiques de repeuplement traditionnel ont été évaluées uniquement au stade des juvéniles en place à l'automne sur 2 zones (DA1 et DA2) du sous-bassin de la Dranse d'Abondance (Fig. 1). Pour ce faire, la totalité des alevins de truites ATL déversés en 1995 a été marquée au stade d'alevins vésiculés par fluoromarquage des otolithes au chlorohydrate de tétracycline (CHTC) selon la méthode décrite par Champigneulle et Rojas Beltran (2001). Un lot de 130 000 alevins en fin de résorption a été réparti en avril 1995 sur la zone DA2. 130 000 autres alevins, nourris quelques semaines, ont été répartis sur la zone DA1.

Ensuite, des échantillonnages de la cohorte 1995 ont été réalisés à l'automne 1995 (stade 0^+) et 1996 (stade 1^+) dans chacune des zones DA1 et DA2. Sur chaque zone, trois secteurs (A, B, C sur DA1 et D, E, F sur DA2) localisés de manière à être représentatifs des zones étudiées et longs de plusieurs centaines de mètres ont été prospectés par pêche électrique de sondage (Fig. 1). L'ensemble des individus sacrifiés, après prélèvement, a été conservé au congélateur (-18°C) et traité ultérieurement en laboratoire.

Repeuplement de réhabilitation MED

Tous les poissons MED déversés dans le système Dranse à partir de 1999 ont été marqués aux otolithes par une balnéation de 3 heures dans une solution d'Alizarine RedS (ARS) selon la technique décrite par Caudron et Champigneulle (2006). Ensuite, des échantillonnages, toujours par pêche électrique de sondage, de juvéniles au stade 0^+ et 1^+ ont été pratiqués en 2000 sur les mêmes secteurs de la zone DA2 que ceux qui ont été échantillonnés en 1995 et 1996 dans le cadre du suivi du repeuplement traditionnel (Fig. 1). La zone DA1 ayant été mise en zone sanctuaire sans repeuplement à partir de 1996 ; elle n'a donc pas fait l'objet d'un suivi des repeuplements MED.

Le suivi a été prolongé dans les captures par pêche à la ligne durant quatre années consécutives, 2002, 2003, 2004 et 2005 et étendu à l'ensemble du système des Dranses. Pour ce faire, des pêcheurs volontaires ont accepté de renseigner leurs captures (date, lieu, taille) et de réaliser les prélèvements nécessaires (écailles et tête). Cet échantillonnage a concerné l'ensemble des quatre saisons de pêche de mars à octobre et il a porté sur des truites ayant atteint la taille légale de capture fixée à 23 cm (longueur totale).

Traitements et analyses des données

L'âge de tous les individus échantillonnés (juvéniles et adultes) a été estimé par scalimétrie de manière à sélectionner uniquement les cohortes suivies. Pour chaque truite examinée, la tête a été disséquée, les otolithes (sagittae) ont été extraits, préparés et lus pour repérer la présence éventuelle d'une marque. La technique utilisée est celle décrite par Caudron et Champigneulle (2006).

Tableau I. - Contribution des repeuplements ATL et MED par secteur sur les zones d'études DA1 et DA2 situées sur la Dranse d'Abondance (taille de l'échantillon). *[Contribution of stocking with ATL and MED lineages in areas DA1 and DA2 located in the Dranse d'Abondance River (sample size).]*

Zone	Secteur	Repeuplement ATL		Repeuplement MED	
		0+ (coh95)	1+ (coh95)	0+ (coh00)	1+ (coh99)
DA1	A	28,2% (64)	23,3% (30)		
	B	72,5% (80)	28,6% (14)		
	C	23,3% (73)	6,3% (16)		
	Total DA1	42,8% (217)	20% (60)		
DA2	D	13,6% (22)	0% (16)	5,9% (17)	57,9% (19)
	E	6,8% (59)	0% (25)	19,1% (47)	10,7% (28)
	F	3,8% (52)		25,3% (87)	
	Total DA2	6,7% (133)	0% (41)	21,2% (151)	29,8% (47)

Pour la présentation des résultats, l'ensemble du réseau concerné, a été divisé en zones homogènes en fonction de la présence des obstacles à la migration et de la répartition des captures des pêcheurs (Fig. 1). Sur chaque zone étudiée, la contribution des individus marqués a été traduite en pourcentage. Les intervalles de confiance à 95% de ces taux de marqués ont été calculés à partir des tables de Beyer (1986). Les contributions respectives des poissons marqués et non marqués ont été comparées à l'aide des tests non paramétriques χ^2, lorsque les échantillons étaient suffisamment grands, et du test exact de Fisher (Sprent, 1992) pour les petits échantillons. L'ensemble des résultats obtenus dans les différents domaines a été intégré dans un système d'information géographique sous le logiciel Mapinfo 7.0 afin de faciliter le traitement des données sur le plan spatial.

RÉSULTATS

Bilan des repeuplements ATL et MED aux stades 0^+ et 1^+ sur la Dranse d'Abondance (Tab. I**)**

Déversement d'alevins ATL

Les repeuplements ATL domestiques montrent, aux stades 0^+ et 1^+ en place à l'automne, des contributions différentes entre la zone amont (DA1) et aval (DA2) du cours principal de la Dranse d'Abondance. Pour les deux classes d'âge, l'impact global de l'alevinage est significativement plus élevé ($p < 0,01$) sur DA1 (repeuplement en alevins nourris) que sur DA2 (repeuplement en alevins vésiculés) avec des valeurs respectives de 42,8 et 6,7% au stade 0^+ et de 20 et 0% au stade 1^+.

La contribution du repeuplement ATL mesurée au stade 0^+ en automne varie selon les secteurs entre 23,3 et 72,5% en zone amont DA1 et entre 3,8 et 13,6% en zone aval DA2. Au stade 0^+, seuls les taux de marqués entre les secteurs A et D,

et les secteurs C et D montrent des valeurs non significativement différentes. Tous les autres taux de 0^+ marqués des secteurs de la zone DA1 sont significativement plus élevés ($p < 0,05$) que ceux des secteurs de la zone DA2.

Pour DA1, le secteur B montre un taux de 0^+ marqués significativement ($p < 0,001$) supérieur à ceux des deux autres secteurs. Pour DA2, les différences intersecteurs observées ne sont pas significatives ($p > 0,05$).

Au stade 1^+ au sein des deux zones les impacts d'alevinage ne diffèrent pas de manière significative ($p > 0,05$) entre les secteurs étudiés. La contribution du repeuplement traditionnel mesurée au stade 1^+ est faible sur la zone DA1 avec des valeurs comprises entre 6,3 et 28,6% et devient même nulle (0%) sur la zone DA2. Sur les 5 secteurs suivis et sur l'ensemble regroupé des deux zones, les taux de marqués dans la population en place baissent entre le stade 0^+ et 1^+.

En conclusion, la contribution d'un repeuplement quantitativement important de 130 000 alevins vésiculés ATL sur DA2 a été faible au stade 0^+ et nulle au stade 1^+. La contribution d'un repeuplement quantitativement important de 130 000 alevins nourris sur DA1 a été assez forte au stade 0^+ mais elle a fortement chuté, devenant faible au stade 1^+. Ainsi, pour la cohorte 1995, 71 à 100% des effectifs de la classe d'âge 1^+ proviennent du recrutement naturel.

Déversement d'alevins MED

Dans le cas du repeuplement MED sur la zone DA2, les taux de marqués observés sur les 3 secteurs varient entre 5,9 et 25,3% et ne diffèrent pas dans leur ensemble ($p > 0,05$). La pratique des repeuplements MED semble apporter une contribution relative globale plus importante que celle qui est obtenue avec les repeuplements ATL. En effet, sur l'ensemble de la zone DA2, l'impact du repeuplement MED est significativement ($p < 0,01$) plus élevé pour les deux stades 0^+ (cohorte 2000) et 1^+ (cohorte 1999) que celui qui est observé sur la même zone avec des repeuplements ATL (cohorte 1995). Cette observation est renforcée par le fait que les repeuplements MED de réhabilitation utilisent des quantités cinq fois moins importantes d'alevins que les repeuplements ATL traditionnels. Cependant, comme avec les repeuplements ATL, les impacts d'alevinages obtenus avec les repeuplements MED montrent que l'essentiel du recrutement reste toujours naturel.

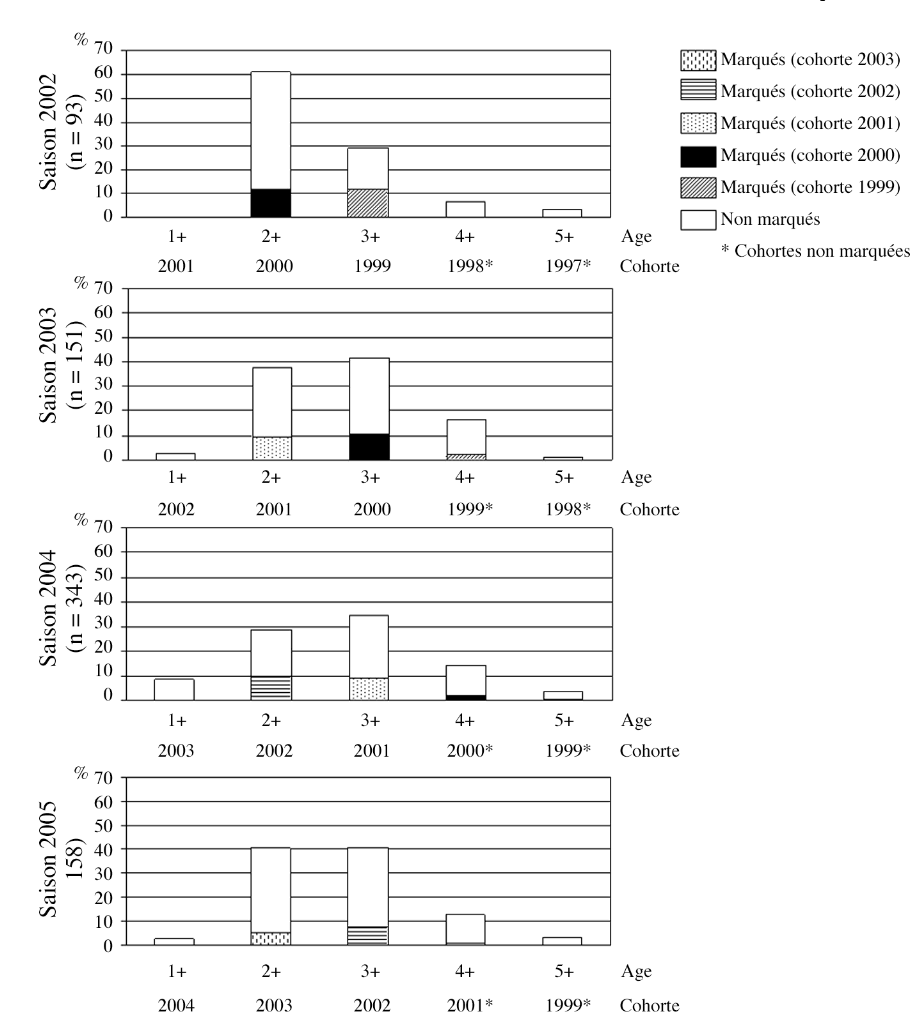
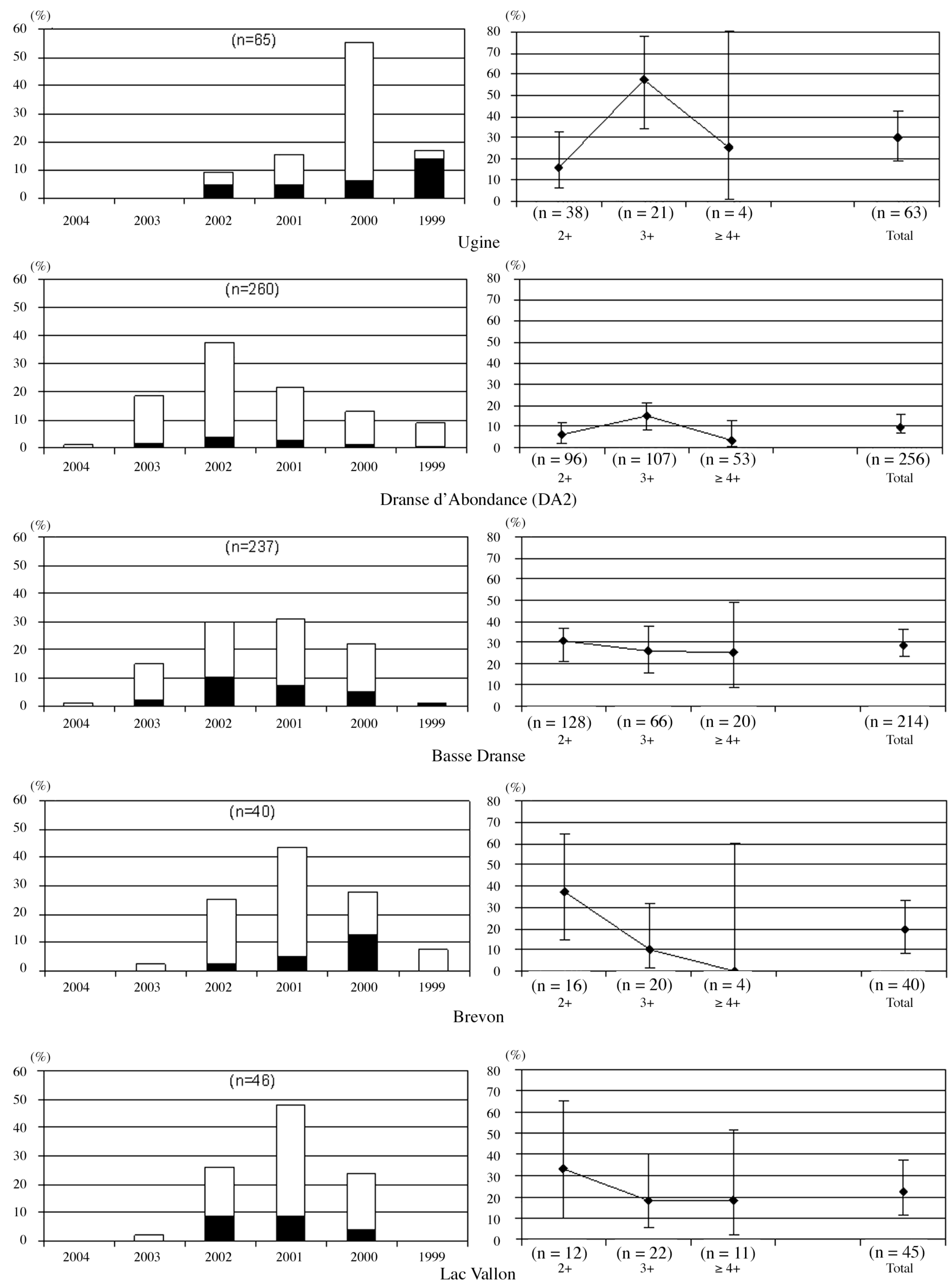


Figure 2. - Taux de truites marquées (repeuplement) ou non marquées (recrutement naturel) évalués pour chaque cohorte suivie et obtenus sur l'ensemble du système des Dranses dans les échantillons de captures par pêche à la ligne pour les quatre saisons de pêche de 2002 à 2005. *[Percentages of marked (stocked) or unmarked (natural recruitment) individuals, for each cohort surveyed in the whole Dranse River system, among samples of trout caught by anglers for the four angling seasons during the 2002-2005 period.]*

Figure 3. - Contributions par cohorte (% marquées et % non marquées) et par classe d'âge (% de marquées et son intervalle de confiance à 95%) des truites échantillonnées dans les captures par pêche à la ligne sur cinq zones géographiques différentes et évaluées sur quatre saisons de pêches regroupées (2002-03-04-05). *[Contribution by cohort (% marked and % unmarked) and year-classes (% of marked trout and its confidence limits at 95%) in the sampling of angling catches on five different geographic zones and calculated for four gathered angling seasons (2002-03-04-05).]*



Contribution des repeuplements MED dans les captures à la ligne

Suivi par cohorte et par saison de pêche sur l'ensemble de la zone d'étude

Les captures des pêcheurs volontaires ont permis d'analyser sur les quatre années un total de 745 poissons répartis de la façon suivante : 93 individus en 2002, 151 en 2003, 343 en 2004 et 158 en 2005.

Pour les quatre saisons de pêches, les classes d'âge 2^+ et 3^+ représentent ensemble 77 à 90% des captures. La structure d'âge des poissons capturés en 2002 diffère significativement ($p < 0,01$) de celles des trois autres saisons avec des taux plus élevés de 2^+ et des taux de 3^+ moins importants (Fig. 2).

Pour les trois cohortes 2000, 2001 et 2002, la contribution des truites marquées au total des captures est statistiquement comparable ($p > 0,05$) à tous les âges sauf pour la cohorte 1999 pour laquelle on observe une baisse significative ($p < 0,05$) au stade 4^+ (Fig. 2).

Répartition spatiale des captures et des poissons marqués

La répartition spatiale des captures montre que le réseau hydrographique n'a pas été exploité de manière homogène. Néanmoins, cinq zones (Fig. 1) présentent un nombre suffisant de poissons capturés pour que l'on puisse étudier plus précisément la dynamique de la contribution des poissons marqués dans les captures des pêcheurs.

D'une zone à l'autre, la distribution des captures totales (truites marquées ou non) au sein des différentes cohortes varie fortement. La contribution par cohorte des truites marquées montre des variations importantes entre les zones mais également entre les cohortes d'une même zone (Fig 3). Pour l'ensemble des zones, exceptée la Dranse d'Abondance (contribution généralement faible), la contribution des marquées pour les différentes cohortes est généralement non négligeable (supérieure à 20%). Cependant, hormis pour les cohortes 1999 et 2002 sur l'Ugine et la cohorte 2000 sur le Brevon, les captures proviennent pour l'essentiel du recrutement naturel.

Pour toutes les classes d'âge réunies et sur l'ensemble des saisons de pêches suivies, les taux de poissons marqués dans les captures des pêcheurs varient de 10 à 30% selon les zones (Fig. 3).

Pour les quatre saisons de pêche regroupées, la dynamique, selon les âges, de la contribution des individus marqués montre de fortes variations d'une zone à l'autre. La Dranse d'Abondance montre des taux de marqués faibles pour les trois classes d'âge 2^+, 3^+ et 4^+ avec des valeurs équivalentes comprises entre 4 et 15%.

En Basse Dranse, le taux de poissons marqués reste assez élevé et stable, voisin de 30% pour les 3 classes d'âge. Pour le Brevon et le lac Vallon situé sur ce torrent, le taux de marqués est voisin de 30% au stade 2^+ et il baisse mais non significativement aux classes d'âge supérieures. L'Ugine montre un taux de poissons marqués qui augmente significativement ($p < 0,01$) entre les captures réalisées au stade 2^+ et celles qui ont été réalisées au stade 3^+.

Enfin, la spatialisation des résultats indique également que sur certains secteurs isolés en zone amont et sur des affluents déconnectés, le pourcentage de poissons marqués dans les captures peut être localement important (80%).

DISCUSSION

Les résultats de la présente étude montrent que les pratiques de repeuplements en truite commune, qu'elles soient traditionnelles (ATL) ou dites de réhabilitation (MED), peuvent avoir une contribution très variable dans les populations automnales de juvéniles en place.

Dans le cas des repeuplements traditionnels en ATL domestiques, l'étude menée suggère l'existence de fortes variations de leur contribution mesurée aux stades de juvéniles 0^+ et 1^+ en automne. Une part de cette variation apparaît liée aux stades/périodes de déversement en accord avec les travaux de Hume et Parkinson (1988). Cependant malgré la pratique de déversements à des densités élevées, la présente étude a montré que l'essentiel du recrutement en juvéniles 1^+ provient de la reproduction naturelle et que d'importantes quantités de poissons ATL introduits au stade d'alevins vésiculés peuvent ne pas contribuer à ce recrutement.

Par ailleurs, l'impact des alevinages, pour les deux souches de poissons déversés, montre d'importantes variations interzones et même intersecteurs au sein de chaque zone. Caudron et Champigneulle (2002) ont déjà montré sur le Fier, un autre torrent haut-savoyard, de fortes variations au stade de juvéniles de la contribution du repeuplement dans le cas de pratiques traditionnelles. Des résultats similaires ont également été obtenus sur le Doubs par Champigneulle *et al.* (2002). Cette grande variabilité est confortée par les résultats récents observés sur plusieurs rivières de Haute-Savoie repeuplées avec des individus originaires de différents stocks de pisciculture qui montrent, selon les sites, des impacts d'alevinages allant de 0 à 100% (Caudron et Champigneulle, données non publiées). De même, Virbickas et Kesminas (2002) ont trouvé sur des rivières en Lithuanie des taux d'implantation des individus introduits variant, selon les sites, de 1,2 à 76,4% pour la truite. La présente étude a également montré, sur certaines zones apicales ou certains affluents déconnectés du cours principal, une contribution majoritaire des individus marqués dans les captures. Ces résultats semblent cependant correspondre à des situations très localisées et isolées qui peuvent s'expliquer par l'existence sur ces milieux de conditions d'habitat très défavorables au recrutement naturel (obstacles à la migration, déficit en zone de reproduction, températures hivernales très basses, étiages et/ou crues marquées,…). Ces

résultats appellent donc à la prudence quant à leur généralisation à d'autres secteurs même proches et concernés par des pratiques de repeuplement comparables. Ceci conduit également à préconiser dans les protocoles de suivi une bonne répartition spatiale du repeuplement et la collecte de grands échantillons répartis sur de grands linéaires.

Les comparaisons des contributions des repeuplements entre les deux origines ATL et MED restent difficiles à entreprendre en raison d'une part des variations observées pour une même origine et d'autre part des nombreux autres facteurs (mésologiques, biologiques, hydrologiques,…) pouvant influencer les résultats. Garcia-Marin *et al.* (1999) évoquent cette difficulté d'étudier l'efficacité des repeuplements en raison des nombreux facteurs qui peuvent interférer. Les résultats obtenus dans la présente étude suggèrent néanmoins que les repeuplements en alevins nourris MED pratiqués à faible densité (0,3 ind./m^2) contribueraient de manière équivalente (mesurée au stade 1$^+$) à celle des alevins nourris ATL déversés en quantités cinq fois plus importantes. On ne peut cependant exclure des effets négatifs d'alevinages en surnombre. À ce sujet, McMenemy (1995) a mis en évidence que les densités de parrs produits par des alevinages de saumon atlantique (*Salmo salar*) pratiqués à faible densité (32 ind./100 m^2) n'étaient pas significativement différents de ceux qui sont pratiqués à forte densité (117 ind./100 m^2).

Un résultat majeur de l'étude a été de montrer que, sur la Dranse d'Abondance, quels que soient les repeuplements pratiqués (densité, origine, stades), le recrutement au stade 1$^+$ restait essentiellement assuré par la production naturelle de truites.

L'ensemble des résultats obtenus au stade adulte dans les captures par pêche à la ligne montre que la dynamique de la contribution des individus MED marqués reflète une certaine stabilité au sein des différentes classes d'âge et cohortes suivies. Ces observations apportent un résultat nouveau par rapport à ceux qui ont été obtenus sur le Fier, par Caudron et Champigneulle (2002), et le Doubs, par Champigneulle et Cachera (2003), dans le cas de suivis de repeuplements traditionnels massifs utilisant les individus ATL. En effet, ces auteurs rapportent, à l'inverse de la présente étude portant sur des alevinages en truite MED autochtone, une baisse significative de la contribution des individus ATL domestiques marqués dans les captures par pêche entre le stade 2$^+$ et les stades ultérieurs. Sur la majorité des zones étudiées, la contribution du recrutement naturel reste majoritaire par rapport à celle des poissons de repeuplements marqués. Cependant, dans la présente étude, sur certaines zones, la contribution du repeuplement peut être non négligeable (20 à 58% selon les cohortes). De telles contributions obtenues au stade adulte (2$^+$, 3$^+$, 4$^+$) indiquent que les repeuplements MED même pratiqués avec de faibles quantités peuvent conduire à des recaptures dans la pêche et contribuer significativement à la production de poissons adultes. La présence de mâles et de femelles matures parmi des individus marqués capturés en fin de saison de pêche indique que certains individus introduits atteignent le stade de géniteurs et peuvent donc participer à la production naturelle. Cette bonne implantation des individus MED introduits pourrait s'expliquer par leur origine sauvage et géographiquement proche qui leur assurerait une bonne adaptation au milieu naturel. Young (1999) signale pour le saumon du genre *Oncorhynchus* que les succès de recolonisation par propagation artificielle, sur des zones en cours de restauration, sont plus fréquents quand les zones sources sont proches et écologiquement similaires. Pour la truite, Borgstrøm *et al.* (2002), sur une rivière norvégienne, obtiennent avec des poissons introduits génétiquement différents des poissons sauvages, de forts taux de mortalité au stade 0$^+$, 1$^+$ et 2$^+$. Les densités observées trois ans après les introductions correspondent à 1% du nombre de poissons lâchés initialement, ce qui ne leur permet pas de contribuer significativement au stade de géniteurs. De même, sur deux rivières des Asturies en Espagne, des repeuplements à partir de juvéniles de truites ATL génétiquement différentes des populations ATL sauvages en place n'ont pas permis d'obtenir des poissons adultes et de taille capturable (Morán *et al.*, 1991). Les auteurs suggèrent que les individus domestiques relâchés auraient un taux de mortalité plus élevé que celui des poissons sauvages en raison d'une moins bonne adaptation aux conditions naturelles locales. Cette hypothèse avait déjà été proposée par Kelly-Quinn et Bracken (1989) et Hindar *et al.* (1991). Au contraire, Crozier et Moffet (1995) en Irlande du Nord, ne trouvent aucune différence de mortalité entre des saumons atlantiques sauvages et introduits, ces derniers étant génétiquement proches et provenant de la même zone géographique que le site repeuplé. Aussi, les repeuplements à partir de juvéniles issus de géniteurs sauvages prélevés sur des milieux de même caractéristiques et géographiquement proches des sites à aleviner pourraient permettre de garantir une meilleure acclimatation au milieu naturel en raison d'une meilleure adaptation aux contraintes environnementales locales.

CONCLUSION – PERSPECTIVES

La méthodologie de marquage utilisée a permis d'évaluer à une vaste échelle spatiale l'impact relatif d'une pratique d'alevinage par rapport à la contribution du recrutement naturel. Cependant les résultats de l'étude ne permettent pas de conclure d'une manière définitive sur l'efficacité comparée des différentes pratiques de repeuplement ATL et MED. En revanche, ils ont permis d'orienter les décisions de gestion sur la Dranse d'Abondance puis sur l'ensemble du système des Dranses. La mise en évidence de l'inefficacité des repeuplements ATL ainsi que les résultats génétiques obtenus sur la zone d'étude montrent l'importance d'agir en

faveur de la conservation des populations autochtones MED encore présentes. Ils ont constitué des arguments décisifs en faveur d'un changement de stratégie de gestion.

Sur la Dranse d'Abondance, une zone sanctuaire sans repeuplement a été créée sur la zone DA1 dès 1996 puis étendue en 2004 sur DA2. En complément, l'installation de réserves de pêche a été une mesure supplémentaire destinée à prévenir par anticipation une éventuelle surexploitation du stock de géniteurs sauvages en place.

Sur l'Ugine, la présente étude a montré que la contribution du repeuplement MED dans la pêche restait relativement élevée (15 à 58% selon les classes d'âge avec une moyenne de 30,5 %) et ne permettait pas encore de justifier un arrêt total des introductions. Cet objectif apparaît cependant réaliste à moyen terme. En effet sur cette rivière qui présentait une population uniquement ATL en 1995, les repeuplements de réhabilitation MED en cours ont déjà permis d'installer progressivement une nouvelle population fonctionnelle majoritairement MED (Caudron *et al.*, 2006b).

Sur les autres rivières du système des Dranses, les repeuplements pratiqués sont désormais uniquement de type repeuplement temporaire de réhabilitation avec des individus MED issus d'un stock de géniteurs captifs génétiquement connu et issu du système. En effet, l'ensemble de ce système peut être considéré comme une unité de gestion cohérente (Moritz, 1994). Les repeuplements pratiqués ont désormais comme objectif de consolider et réhabiliter les populations natives identifiées localement en soutenant provisoirement les effectifs et en augmentant l'aire de répartition de la truite MED. Les pratiques sont différenciées et ajustées selon les zones géographiques et adaptées par rapport aux résultats des études sur la génétique des populations en place et les suivis des stratégies de gestion. L'ensemble de ces dispositions et les suivis scientifiques mis en place sur le bassin des Dranses, ainsi que les relations entre les différents partenaires concernés par la gestion des ressources piscicoles et des milieux, permettent d'envisager une gestion plus durable des populations naturelles de truite, satisfaisant la pêche de loisir tout en conservant la diversité intraspécifique. Sur ce dernier point, en accord avec les recommandations de Laikre *et al.* (1999) Sanz *et al.* (2002) et de Younson *et al.* (2003), il importe désormais de mieux décrire et prendre en compte la diversité interpopulations et l'on peut rajouter y compris au sein même du rameau évolutif MED.

Remerciements. - La présente étude s'est inscrite dans le contexte d'un projet INTERREG III A ALCOTRA intitulé : Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones dans la Vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. L'analyse finale des données a également été soutenue financièrement par le fond d'intervention UNPF-EDF. Nous remercions Bernard RIVA pour la mise en place et la gestion du stock de géniteurs MED captifs ainsi que pour la réalisation rigoureuse des marquages. R. Guyomard et C. Largiader sont tous deux remerciés pour leur participation dans le cadre des investigations génétiques. Enfin, nous remercions les pêcheurs volontaires qui ont accepté de réaliser des prélèvements sur leurs captures.

RÉFÉRENCES

BARBAT-LETERRIER A., GUYOMARD R. & F. KRIEG, 1989. - Introgression between introduced domesticated strains and mediterranean native populations of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquat. Liv. Resour.*, 2: 215-223.

BARNETTA S., 2005. - Temporal admixture analysis of atlantic and mediterranean brown trout (*Salmo trutta*) in the Chevenne. Diplomarbeit der Philosophishnaturwissenschaftlichen, Fakultät der Universität Bern, 37 p.

BEAUDOU D., CATTANEO-BERREBI G. & P. BERREBI, 1994. - Impacts génétiques des repeuplements en truites communes (*Salmo trutta* L.) sur les populations en place : cas du bassin de l'Orb (Hérault). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 332: 83-92.

BERNATCHEZ L., 2001. - The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation. *Evolution*, 55: 351-379.

BEYER W.H., 1986. - Handbook of Tables for Probability and Statistics (2nd edit.). Boca Raton: CRC Press.

BORGSTRØM R., SKAALA Ø. & H. AASTVEIT, 2002. - High mortality in introduced brown trout depressed potential gene flow to a wild population. *J. Fish Biol.*, 61: 1085-1097.

BOUILLE R., 2003. - La truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la région du lac de Neufchâtel ; biologie et perspective de gestion. Thèse de doctorat, 142 p. Faculté des Sciences, Université de Lausanne.

CAUDRON A. & A. CHAMPIGNEULLE, 2002. - Evaluation spatio-temporelle de la contribution du repeuplement en truite (*Salmo trutta* L.) réalisé à des stades précoces dans le bassin amont du Fier (74). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 365/366: 455-469.

CAUDRON A. & A. CHAMPIGNEULLE, 2006. - Technique de fluoromarquage en masse à grande échelle des otolithes d'alevins vésiculés de truite commune (*Salmo trutta* L.) à l'aide de l'alizarine Red S. *Cybium*, 30(1): 65-72.

CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A. & R. GUYOMARD, 2006a. - Identification et caractéristiques génétiques des populations de truites autochtones sur le réseau hydrographique de Haute-Savoie. *In*: Identification, Sauvegarde et Réhabilitation des Populations de Truites autochtones en Val d'Aoste et Haute-Savoie, pp. 55-117. Programme INTERREG III A. Rapport final, Milan.

CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A. & R. GUYOMARD, 2006b. - Assessment of restocking as a strategy for rehabiliting a native population of brown trout (*Salmo trutta* L.) in a fast-flowing mountain stream in the northern French Alps. *J. Fish Biol.*, 69: 127-139.

CHAMPIGNEULLE A. & R. ROJAS BELTRAN, 2001. - Le marquage des poissons. *In*: Gestion piscicole des grands Plans d'Eau (Gerdeaux D., éd.), pp. 311-346. Paris: INRA.

CHAMPIGNEULLE A., DEGIORGI F., RAYMOND J.C. & S. CACHERA, 2002. - Dynamique temporelle de la contribution du repeuplement en stades précoces de truite (*Salmo trutta* L.) dans la population en place et dans la pêche sur le Doubs franco-suisse. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 365/366: 471-485.

CHAMPIGNEULLE A. & S. CACHERA, 2003. - Evaluation of large scale stocking of early stages of brown trout , *Salmo trut - ta*, to angler catches in the French-Swiss part of the River Doubs. *Fish. Manag. Ecol.*, 10: 79-85.

CHEVASSUS B., KRIEG F., GUYOMARD R., BLANC J.M. & E. QUILLET, 1992. - The genetics of the brown trout: Twenty years of French research. *Buvisindi. Icel. Agri. Sci.*, 6: 109-124.

CROZIER W.W & I.J.J. MOFFET, 1995. - Application of low frequency genetic marking at GPI-3* and MDH-B1,2* loci to assess supplementary stocking of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a Northern Irish stream. *Fish. Manag. Ecol.*, 2:27-36.

CUCHEROUSSET J., OMBREDANE D., CHARLES K., MARCHAND F. & J.-L. BAGLINIÈRE, 2005. - A continuum of life history tactics in a brown trout (*Salmo trutta*) population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 62: 1600-1610.

GARCIA-MARIN J.L., SANZ N.R. & C. PLA, 1999. - Erosion of the native genetic resources of brown trout in Spain. *Ecol. Freshw. Fish*, 8: 151-158.

GUYOMARD R., 1989. - Diversité génétique de la truite commune. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 314: 118-135.

HINDAR K., RYMAN N. & F. UTTER, 1991. - Genetic effects of cultured fish on natural populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*., 48: 945-957.

HUME J.M.B. & E.A. PARKINSON, 1988. - Effect of size and time of release on the survival, growth and dispersal of Steelhead fry stocked in streams. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 8: 50-57.

KELLY-QUINN M. & J.J. BRACKEN, 1989. - Survival of stocked hatchery reared brown trout (*Salmo trutta* L.) fry in relation to the carrying capacity of a trout nursery stream. *Aquat. Fish. Manag.*, 20: 211-226.

KRIEG F., 1984. - Recherche d'une différenciation génétique entre populations de *Salmo trutta*. Thèse de 3e cycle, 92 p. Université de Paris-Sud, Orsay.

KLEMETSEN A., AMUNDSEN P.A., DEMPSON J.B., JONSSON B., JONSSON N., O'CONNELL M.F. & E. MORTENSEN, 2003. - Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): A review of aspects of their life histories. *Ecol. Fresh. Fish*, 12: 1-59.

KRIEG F. & R. GUYOMARD, 1985. - Populations genetic of French Brown trout (*Salmo trutta*): Large geographical differentiation of wild populations and high similarity of domesticated stocks. *Gen. Select. Evol.*, 17: 225-242.

LAIKRE L., 1999 (ed). - Conservation genetic management of Brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the Concerted Action on identification, management and exploitation of genetic resources in the Brown trout (*Salmo trutta*), 91 p. ("Troutconcert", EU FAIR CT97-3882).

LARGIADER C.R., SCHOLL A. & R. GUYOMARD, 1996. - The role of natural and artificial propagation on the genetic diversity of brown trout (*Salmo trutta* L.) of the upper Rhône drainage. *In*: Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe (Kirchhofer A & D. Hefti, eds), pp 181-197. Basel, Switzerland: Birkhauser Verlag.

LAUNEY S., KRIEG F., CHAMPIGNEULLE A. & R. GUYOMARD, 2003. - Ecotypes sympatriques migrateurs et sédentaires de truite commune (*Salmo trutta* L.): différenciation génétique et effet des repeuplements. *Actes BRG*, 4: 63-78.

MCMENEMY J.R., 1995. - Survival of Atlantic Salmon fry stocked at low density in the West River, Vermont. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 15: 366-374.

MORÁN P., PENDÁS A. M., GARCIA-VASQUEZ E. & J. ISQUIERDO, 1991. - Failure of a stocking policy, of hatchery reared brown trout, *Salmo trutta* L., in Asturias, Spain, detected using LDH-5* as a genetic marker. *J. Fish Biol.*, 39: 117-121.

MORITZ C., 1994. - Applications of mitochondrial DNA analysis in the conservation: A critical review. *Mol. Ecol.*, 3: 401-411.

PERSAT H. & P. KEITH, 1997. - La répartition géographique des poissons d'eau douce en France : qui est autochtone et qui ne l'est pas ? *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 344/345: 15-32.

POTEAUX C. & P. BERREBI, 1997. - Intégrité génomique et repeuplement chez la truite commune du versant méditerranéen. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 344/345: 309-322.

SANZ BALL-LLOSERA N., GARCÍA-MARÍN J.L. & C. PLA, 2002. - Managing fish populations under mosaic relationships. The case of brown trout (*Salmo trutta*) in peripheral Mediterranean populations. *Conserv. Genet.*, 3: 385-400.

SPRENT P., 1992. - Pratique des Statistiques non paramétriques. 294 p. Paris: INRA Editions.

VIRBICKAS T. & V. KESMINAS, 2002. - Salmon (*Salmo salar*) and Sea-trout (*Salmo trutta*) restocking efficiency in potential rivers of Lithuania. Initial study. *Act. Zool. Lit.*, 12: 129-137.

YOUNG K.L., 1999. - Managing the decline of Pacific salmon: Metapopulation theory and artificial recolonization as ecological mitigation. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.*, 56: 1700-1706.

YOUNGSON A.F., JORDAN W.C., VERSPOOR E., McGINNITY P., CROSS T. & A. FERGUSON, 2003. - Management of salmonid fisheries in the British Isles: Towards a practical approach based on population genetics. *Fish. Res.*, 62: 193-209.